

A búza műtrágyázása sós talajokon

R. P. S. CHAUHAN, C. P. S. CHAUHAN és U. SINGH

R. B. S. Egyetem Mezőgazdasági Kémiai Osztály,
Bichpuri, Agra (India)

Sós közegben, a nagy mennyiségű vízben jól oldódó, semleges kémhatású só jelenléte a növények többségénél gátolja azok normális növekedését és fejlődését. Az irodalomban többen közöltek olyan eredményeket, melyek szerint a sófelhalmozódás egy meghatározott határértékéig a sók toxikus hatása minimumra csökkenthető műtrágyák adagolásával [11, 13, 14]. Ezt azzal magyarázzák, hogy a műtrágyák alkalmazása a növények sótűrőképességét a sótartalom egy mérsékelt szintjére növeli. Mások, így FINE és CARSON [5], KHALIL és munkatársai [7], BERNSTEIN és munkatársai [3] azt észlelték, hogy nitrogén műtrágyázáskor a gabona és gyapot, foszfor trágyák alkalmazásakor pedig az árpa, zab és búza sóérzékenysége növekedett. Ezek a példák azt mutatják, hogy a sófelhalmozódás és a talaj termékenységének kölcsönhatását befolyásoló tényezők értékelése ellentmondásos és további vizsgálatokat igényel.

Anyag és módszer

Három sorozat tenyészedeny kísérletet állítottunk be a Kémiai Osztály tenyészházában. A kísérleti talaj mechanikai összetétele homokos vályog, pH értéke 8,4, elektromos vezetőképessége 2,0 mmhos/cm, szerves széntartalma 0,35%, CaCO_3 tartalma 0,5% volt. Tápanyagellátottsága alacsony, közepes ill. jó a mért mozgékony N, P_2O_5 ill. K_2O mennyiségek alapján.

A talajt mesterségesen különböző sótartalomra állítottuk be úgy, hogy a szántóföldi vízkapacitásig nedvesített talajt a NaCl , NaSO_4 és CaCl_2 ($\text{Na}^+ : \text{Ca}^{2+} = 1 : 1$), hozzáadása után időszakonkénti keveréssel 15 napig állni hagytuk. A sótartalom és a nitrogén műtrágyázás kölcsönhatására vonatkozó vizsgálatok adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze. A kísérleteket véletlen blokk elrendezésben, három ismétléssel állítottuk be 1976–77 években. A kezelésekben a nyolc különböző sótartalmú (elektromos vezetőképesség: 2,0 = kontroll; 4,5; 6,6; 9,0; 11,5; 13,0, 16,0 és 17,0 mmhos/cm), könnyű mechanikai összetételű talajt öt nitrogén adag mellett (N_0 = kontroll; $\text{N}_{80} = 80$ kg N/ha; $\text{N}_{120} = 120$ kg N/ha; $\text{N}_{160} = 160$ kg N/ha és $\text{N}_{200} = 200$ kg N/ha) vizsgáltuk. Az összes kezelések száma 40, a tenyészedenyek száma 120 volt ebben a kísérlet sorozatban.

A második kísérlet sorozatban a sótartalom és foszfor műtrágyázás hatását vizsgáltuk (2. táblázat). A vizsgálatokat ugyancsak 1976–77 évben végeztük, négy összes sótartalom esetében (elektromos vezetőképesség: 2,0 = kont-

1. táblázat

Növekvő nitrogén adagok hatása a búza szemtermésére (g/tenyészedeny)
a talaj különböző sótartalma esetén

(1) Sókoncentráció szintje, EC mmhos/cm	(2) Nitrogén adag, kg N/ha					(3) Átlag
	0	80	120	160	200	
2,0	6,7	7,9	7,6	8,2	8,0	7,7
4,5	7,3	8,7	9,3	8,4	7,6	8,3
6,6	6,3	7,3	8,1	9,3	7,5	7,3
9,0	4,5	6,8	7,1	6,4	7,4	6,0
11,5	4,4	5,1	6,0	5,9	4,6	5,2
13,0	4,1	5,2	5,0	3,9	3,3	4,3
15,0	2,6	3,6	4,7	3,0	2,6	3,3
17,0	1,7	2,4	2,2	2,7	1,9	1,9
a) Átlag	4,7	5,9	6,4	6,0	5,1	

SzD_{5%}: a sótartalomra 0,772; a nitrogén adagokra 0,628.

roll— 6,5; 10,7 és 14,6 mmhos/cm), három P₂O₅ adag mellett (P₀ = kontroll; P₄₀ = 40 kg/ha és P₈₀ = 80 kg/ha P₂O₅). A tizenkét kezelés háromszoros ismétlésben 36 tenyészedenyt igényelt. Mind a két kísérlet sorozatban jelzőnövénynek búzát (*Raj.911*) vetettünk 1976. november 17-én. A kelés után az első kísérlet sorozatban edényenként öt, a második sorozatban pedig nyolc növényt hagytunk meg. A foszfor és kálium búza alá javasolt szokásos adagját (60 kg P₂O₅/ha és 40 kg (K₂O/ha) az első kísérlet sorozatban közvetlenül vetés előtt

kevertük a talajhoz. A kísérleti sémában megállapított N műtrágya adagokat két részletben adtuk: az első részletet vetés előtt, a másodikat az első öntözés után. A második kísérlet sorozatban a búza alá szokásos nitrogén műtrágya adag (120 kg N/ha) felét és a kálium műtrágya (40 kg K₂O/ha) teljes adagját közvetlenül vetés előtt kevertük a talajhoz. A nitrogén második felét az első öntözés után adagoltuk. A kísérleti sémában megállapított P₂O₅ szinteknek megfelelő foszfor trágyát teljes mennyiségben vetés előtt kevertük a talajhoz.

A növényt mind a két kísérletsorozatban a vegetációs periódusban hat-

2. táblázat

Növekvő P₂O₅ adagok hatása a búza szemtermésére (g/tenyészedeny) a talaj különböző sótartalma esetén

(1) Sókoncentráció szintje, EC mmhos/cm	(2) Foszfor adag, kg P ₂ O ₅ /ha			(3) Átlag
	0	40	80	
2,0	17,3	18,4	18,1	17,9
6,5	17,1	17,4	16,9	17,1
10,7	14,5	15,2	12,7	14,1
14,6	10,5	8,8	8,0	9,1
a) Átlag	14,8	15,0	13,9	

SzD_{5%}: sótartalomra 0,898; P-adagokra 0,778.

szor öntöztük, minden alkalommal 6 cm-nek megfelelő vízmennyiséggel. Mind a két sorozatban a búzát 1977. április 2-án vágtuk le és mértük a szemtermést.

A két kísérlet eredményei alapján, 1977–78. évben többszörös kísérletet állítottunk be ugyanazon a talajon, amit előzőleg használtunk. A kísérletben a talaj összes sótartalma négy szinten (elektromos vezetőképesség: 2,0; 7,0; 12,0 és 20,0 mmhos/cm), a nitrogén műtrágya adag négy szinten (N₀, N₈₀, N₁₂₀ és N₁₆₀), és a P₂O₅ adag három szinten (P₀, P₄₀ és P₈₀) változott. Az összes kezelések száma 48 volt, a kísérleteket három ismétlésben, véletlen blokk elrendezésben állítottuk be. A kísérlet 144 tenyészedenyébe jelzőnövényként

3. táblázat

A nitrogén és a foszfor hatása a búza szemtermésére (g/tenyészedény)
a talaj különböző sótartalma esetén

(1) Sókoncentráció szintje, EC mmhos/cm	(2) Nitrogén szintek				(3) Átlag	(4) P ₂ O ₅ szintek			(5) Átlag
	N ₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₁₆₀		P ₀	P ₄₀	P ₈₀	
2,0	11,6	13,1	13,9	11,1	12,4	12,8	13,0	11,3	12,5
7,0	10,8	15,1	14,6	13,4	13,5	14,2	14,8	11,4	13,5
12,0	10,3	11,3	10,6	10,1	10,6	11,2	11,3	9,3	10,6
20,0	1,3	1,3	0,3	0,3	0,8	0,9	1,0	0,6	0,8
a) Átlag	8,5	10,2	9,9	8,7		9,8	10,0	8,2	

SzD_{5%}: a sótartalomra 1,222; a nitrogénre 1,2; a foszforra 1,0.

búzát (*Raj. 911*) vetettünk 1977. november 20-án. A kelés után edényenként nyolc növényt hagytunk meg. A kísérleti sémában leírt N adag felét, P₂O₅ adag egészét és 40 kg K₂O/ha-nak megfelelő káli trágyát közvetlenül a vetés előtt kevertük a talajhoz. A nitrogén második felét az első öntözés után adtuk ki. A búzát jó minőségű öntözővízzel hat ízben öntöztük, minden öntözésnél 6 cm-nek megfelelő vízmennyiséget adagoltunk. A kísérletben a búzát 1978. április 6-án arattuk. A szár és a mag termés mérése mellett analizáltuk a szalmát és a magot fontosabb tápelemekre, meghatározva azok Ca, Mg, Na, K és P tartalmát a RICHARDS által megadott módszerekkel [17]. A növény nitrogéntartalmának meghatározására a SNEEL F. D. és SNEEL C. T. által leírt kolorimetriás módszert [15] alkalmaztuk. A tenyészedényenként felvett tápanyag mennyiségeket a növények százalékban megadott tápanyag-tartalmából kaptuk úgy, hogy azokat a tenyészedényenkénti termés szárazanyag-tartalmával szoroztuk.

Eredmények értékelése és következtetések

A búza magtermése az első kísérlet sorozatban (1. táblázat) világosan mutatja a termés csökkenését a talaj sótartalmának növekedésével. A 6,6 mmhos/cm elektromos vezetőképességgel (EC) jelzett sótartalomig a termés normális volt. Szignifikáns csökkenést akkor kaptunk, ha a talaj elektromos vezetőképessége 9 mmhos/cm értéket elérte, vagy meghaladta. A második és harmadik kísérletsorozatban (2. és 3. táblázat), a talaj 6,5 és 7,0 mmhos/cm EC értékéig terméscsökkenést nem figyeltünk meg. Hasonló tendenciát észleltünk a harmadik kísérletsorozat szártermésének változásában (4. táblázat). A kritikus értékek felett a termés éles csökkenése mutatkozott. A termésnek ez a csökkenése a talaj EC értékének előbbieken megadott határértékei felett magyarázható részben az oldat magas ozmózis nyomásával a gyökér környezetében, részben a növény megzavart szövetlen ionfelvételével. A kontrollnál kissé nagyobb termés az első és harmadik sorozatban a 6,6 és 7,0 mmhos/cm elektromos vezetőképességnél feltehetően a sók serkentő hatásának és a jó kalcium ellátottságnak köszönhető.

A nitrogén alkalmazása növelte a terméshozamot a kontrollhoz viszonyítva (1. és 3. táblázat). A terméshozam növekedés az első és harmadik sorozat N₁₆₀ és N₂₀₀-as kezelésében a kontrollhoz viszonyítva statisztikailag nem bizonyítható. A szalma termés a harmadik sorozat N₁₆₀-as kezelésénél 5%-os

4. táblázat

A nitrogén és a foszfor hatása a búza szalmatermésére (g/tenyészedény) a talaj különböző sótartalma esetén

(1) Sókoncentráció szintje, EC mmhos/cms	(2) Nitrogén szintek				(3) Átlag	(4) P ₂ O ₅ szintek			(5) Átlag
	N ₀	N ₈₀	N ₁₂₀	N ₁₆₀		P ₀	P ₄₀	P ₈₀	
2,0	19,4	22,8	26,7	26,3	23,8	23,3	24,7	23,5	23,8
7,0	20,0	28,1	27,3	23,6	24,8	25,2	29,3	19,9	24,8
12,0	17,1	21,1	19,5	16,0	18,4	20,5	19,6	15,2	18,4
20,0	8,7	7,5	6,3	7,1	7,4	7,9	7,3	7,0	6,4
a) Átlag	16,3	19,9	19,9	18,3		19,2	20,2	16,4	

SzD_{5%}: a sótartalomra 1,6; a nitrogénre 1,6; a foszforra 1,3.

Kölesönhatások: SzD_{5%}: sótartalom × nitrogén 3,1; sótartalom × foszfor 2,7.

szinten még szignifikáns növekedést mutat (4. táblázat). A tenyészedényenkénti terméseredmények az első sorozat N₈₀, N₁₂₀ és N₁₆₀, valamint a harmadik kísérletsorozat N₈₀ és N₁₂₀ kezeléseiben egymástól szignifikánsan nem különböznek. Ezekből az adatokból következik, hogy a nitrogén gazdaságos adagja a búza alá 80 kg N/ha. Nagy sótartalmú talajoknál a búza alá nagyobb nitrogénadag alkalmazása pusztán a műtrágya pazarlása. A só hatása alatt gyengébben fejlődő növények amúgy sem képesek ennél több nitrogént felvenni (ABROL [1]), ami 25–30%-kal kevesebb, mint az optimális nitrogén dózis (N₁₂₀) nem szikes talajokon. JADAV és munkatársai [6] szintén hasonló eredményeket kaptak. Nagyobb nitrogénadagoknál a termés csökkenését mind a két kísérlet sorozatban (1. és 3. táblázat) előidézhette a nitrát redukáló enzimek csökkent aktivitása a növényben, ami nitrát felhalmozódáshoz és a terméseredmények limitálásához vezet (PARR [12]). A talaj sótartalma és a nitrogénadag közötti kölcsönhatás a két kísérlet közül egyikben sem volt szignifikáns, ami világosan mutatja, hogy a talaj sótartalmának növénytől függő kritikus szintje felett a nitrogénműtrágya alkalmazása célszerűtlen és csupán a sók toxikus hatásának problémájához járul hozzá. Részleges nitrogénhatást kaphatunk ott, ahol a tápanyaghiány jobban gátolja a termelést, mint a talaj szikessége (BAINS [2]).

A foszforműtrágyázás 40 kg P₂O₅/ha adagnál nem befolyásolta lényegesen a terméshozamot, míg a P₈₀ kezelésnél a kontrollhoz viszonyítva a termés lényegesen csökkent (2. és 3. táblázat). A 4. táblázat adatai az előzővel teljesen azonos tendenciát mutatnak a harmadik kísérlet sorozat szártermésének változásaiban. BERNSTEIN és munkatársai szerint [3] a terméscsökkenés oka a talaj megnövekedett sótartalma által indukált foszfor toxicitás. A nagy sókoncentráció a növényfeleségből és a gyökérközeg foszforkoncentrációjától függően kihat az ortofoszfát koncentrációjára és hasznosulására a növényben. BERNSTEIN és munkatársai [3], valamint NIEMAN és CLARK [9] eredményei azt jelezték, hogy a nagy sótartalom károsítja a sejtek közötti ortofoszfát-koncentrációt szabályozó mechanizmust. Ez kihat a sejtek foszforilációs állapotára és károsan befolyásolja a terméshozamot. FINE és CARSON [5] szintén közöltek olyan adatokat, melyek az árpa és zab nagy sóérzékenységét mutatják foszforral műtrágyázott talajokon. YADAV [18] az édes mag csökkent termésére utal a talaj nagyobb sótartalmánál foszfortrágyázásnál. A jelen kísérletekben a P₄₀-es kezelés nem hatásos, a P₈₀-as pedig már toxikus. A talaj sótartalma és a

5. táblázat

A búzaszalma és -szem tápanyagtartalma %₀-ban megadva, a különböző kezelések esetén

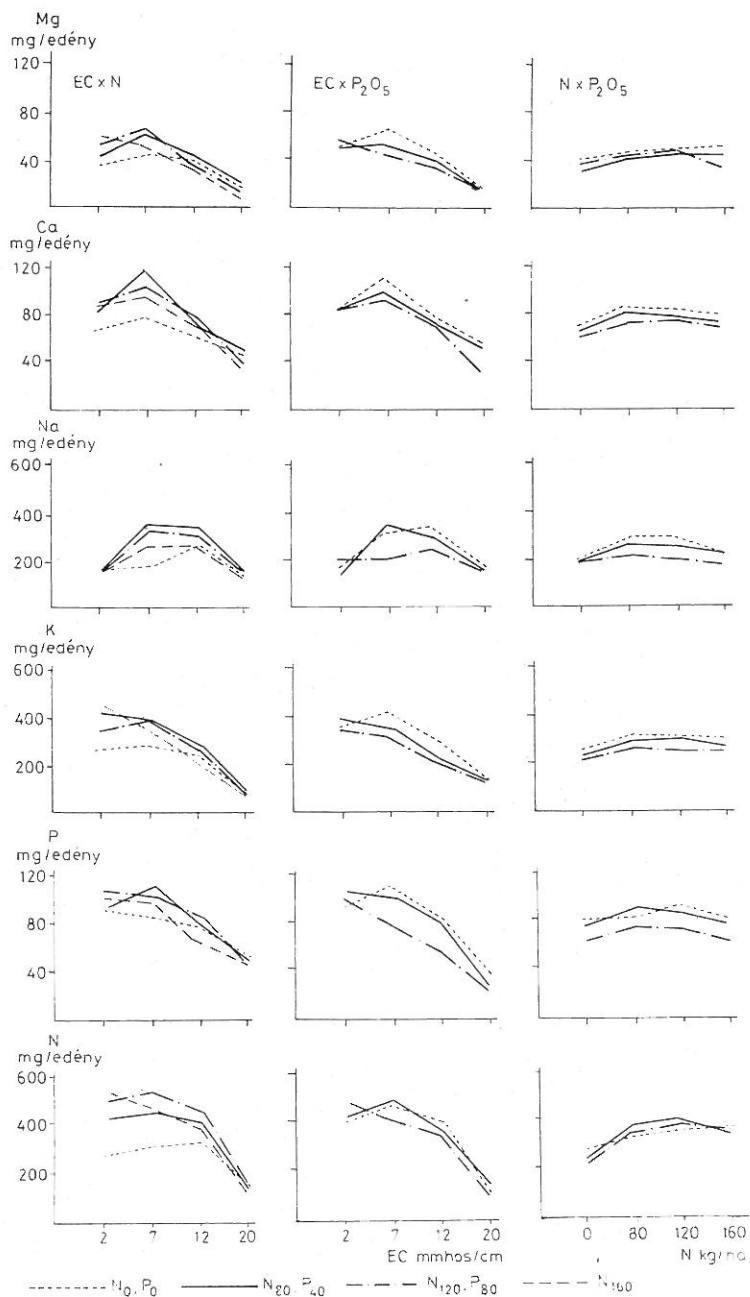
(1) Kezelés	N		P		K		Ca		Mg		Na	
	(2) Szalma	(3) Szem	(2) Szalma	(3) Szem	(2) Szalma	(3) Szem	(2) Szalma	(3) Szem	(2) Szalma	(3) Szem	(2) Szalma	(3) Szem
EC mmhos/cm												
2,0	0,52	1,87	0,09	0,40	1,13	0,24	0,27	0,19	0,15	0,13	0,86	0,03
7,0	0,55	1,90	0,10	0,41	1,22	0,28	0,32	0,10	0,16	0,13	1,31	0,04
12,0	0,60	2,05	0,12	0,42	1,47	0,32	0,38	0,20	0,16	0,13	1,88	0,06
20,0	0,72	2,42	0,13	0,55	1,69	0,46	0,44	0,30	0,24	0,19	2,92	0,27
SzD _{3%}	0,08	0,16	0,01	0,04	0,10	0,03	0,11	0,02	0,03	0,02	0,22	0,01
N kg/ha												
0	0,47	1,59	0,11	0,43	1,33	0,40	0,36	0,21	0,16	0,14	0,67	0,08
80	0,57	1,98	0,11	0,44	1,37	0,39	0,45	0,23	0,18	0,14	1,79	0,09
120	0,61	2,18	0,11	0,45	1,39	0,40	0,45	0,22	0,18	0,15	1,82	0,10
160	0,72	2,35	0,11	0,46	1,42	0,38	0,55	0,24	0,19	0,15	1,81	0,12
SzD _{3%}	0,08	0,16	—	—	—	—	0,11	0,02	0,03	—	—	—
P₂O₅ kg/ha												
0	0,56	1,85	0,12	0,47	1,42	0,48	0,45	0,22	0,18	0,14	1,78	0,14
40	0,59	1,95	0,12	0,45	1,36	0,47	0,45	0,22	0,17	0,15	1,68	0,15
80	0,63	2,22	0,15	0,43	1,36	0,47	0,46	0,23	0,18	0,15	1,65	0,15
SzD _{3%}	—	0,14	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—

foszforadagok közötti kölcsönhatás nem szignifikáns, ami bizonyítja, hogy ilyen esetben nagyobb adagú foszforműtrágya nemcsak nem kedvező, hanem éppen toxikus a növényre (2. és 3. táblázat).

A kísérlet tényezői közötti egyéb kölcsönhatások a termés szempontjából nem voltak szignifikánsak, ezért ezekkel a továbbiakban nem foglalkozunk. Szignifikáns kölcsönhatás mutatkozott ezzel szemben a talaj sótartalma és a nitrogénműtrágya-adagok, valamint a talaj sótartalma és a foszfortrágya-adagok között a szalmatermés esetében (4. táblázat).

A talaj összes sótartalma, a nitrogén és a foszfor kezelések hatását a termés elemtartalmára az 5. táblázatban adjuk meg. Az elemzési adatok világosan mutatják, hogy a sótartalom növekedésével általában nőtt a növények kontrollhoz viszonyított tápelem-tartalma. A szár N, P és K, valamint a mag N és Na-tartalma szignifikánsan nőtt, ha a talaj elektromos vezetőképességének értéke elérte, vagy meghaladta a 12 mmhos/cm értéket. A mag kálium-tartalma már akkor növekedett, ha a sókoncentráció 47 mmhos/cm értéket ért. Az az EC érték, amelyenél a növényben minden tápelem mennyisége szignifikánsan nőtt 20 mmhos/cm, vagy annál nagyobb sótartalom. Nagyobb mértékű sótartalom a talajban ugyanis a növény fejlődését hátráltatja és a növény által megkötött elemek kisebb mértékben hígulnak. UPRETY [16] és PALIVAL [10] az előbbivel azonos jellegű változást írnak le nagy sókoncentráció esetében.

A nitrogén adagolás mind a szár, mind a mag nitrogén és kalcium tartalmát szignifikánsan növelte. A mag foszfor-, nátrium-, kálium- és magnézium-tartalmának kis mértékű változása nem volt szignifikáns. A nitrogén adagolásával a szár magnéziumtartalma szignifikánsan növekedett. A szár és a mag kalcium-, magnézium-, nátrium- és káliumtartalmát a P₂O₅ adagok nem befolyásolták. A P₂O₅ adagok szignifikánsan növelték a mag nitrogén és a szár foszfortartalmát. A tényezők közötti kölcsönhatások nem voltak szignifikánsak.



1. ábra

A talaj sótartalmának és a nitrogénnek ($EC \times N$), valamint a foszfornak ($EC \times P_2O_5$), továbbá a nitrogénnek és foszfornak ($N \times P_2O_5$) kölcsönhatásai és a búza tápelem felvétele közötti összefüggés.

A tenyészedenként felvett elem mennyiségeket (kalcium, magnézium, nátrium, kálium, nitrogén és foszfor mg/tenyészedeny), a talaj sótartalmának függvényében a nitrogén- és foszforadagok szerint az 1. ábrán tüntettük fel. A nitrogén-, foszfor-, kálium-, kalcium- és magnéziumfelvétel, ellentétben a növények százalékos tápelem-tartalmával, a kontrollhoz viszonyítva szignifikánsan csökkent, ha a talaj sótartalmát jellemző elektromos vezetőképesség értéke meghaladta a 7,0 mmhos/cm értéket. A nátriumfelvétel a talaj sótartalmának növekedésével nőtt 12,0 mmhos/cm vezetőképességi értékig, 20 mmhos/cm értéknél a szárazanyag-mennyiség hirtelen csökkenésével szignifikánsan csökkent. A kalcium- és magnéziumfelvétel a kontrollhoz viszonyítva gyengén növekedett 7,0 mmhos/cm vezetőképességi értéknél, részben a növények által a sókból megkötött nagyobb mennyiségű kalcium eredményeként. MEHROTRA és DAS [8], valamint CHAUHAN és munkatársai [4] a kalcium-, magnézium-, nátrium- és káliumfelvétellel kapcsolatban hasonló típusú eredményeket kaptak. A termés változás mellett a nátrium és kalcium a magnézium és kálium ionok adszorpciójának antagonizmusa a fenti jelenségben szintén szerepet játszanak.

A kontrollhoz viszonyítva N_{160} -as szintig a nitrogén-, a kalcium- és a magnéziumfelvétel szignifikánsan nőtt, míg a káliumfelvétel szignifikáns növekedése csak N_{120} -as szintig volt megfigyelhető. A nátrium- és foszforfelvétel változása a különböző nitrogén szinteken nem volt szignifikáns. A nitrogén- és nátriumfelvétel különböző foszfor szinteken nem változott szignifikánsan. A foszfor-, kalcium-, magnézium- és káliumfelvétel a P_{40} -es szinten nem változott szignifikánsan, a P_{80} -as szinten azonban szignifikánsan csökkent.

A talaj sótartalma és a nitrogénadagok közötti kölcsönhatást tekintve maximális nitrogénfelvételt mértünk 7,0 mmhos/cm elektromos vezetőképességű talajokon N_{120} -as szint mellett. A talaj 2,0; 7,0 és 12,0 mmhos/cm elektromos vezetőképessége mellett a nitrogénfelvétel szignifikánsan nőtt N_{80} -as szintig. A különböző szintű nitrogénadagok közötti különbség a nitrogénfelvételben nem volt szignifikáns és mindig kevesebb volt, mint a kontroll (N_0) kezelésnél mért nitrogénfelvétel. A talaj sótartalma és a foszforadagok közötti kölcsönhatás szignifikanciája nyilvánvalóan megmutatkozik abban, hogy a foszforfelvétel nőtt a növekvő foszfor szintekkel, míg csökkent a felvétel a foszforadagolásával 7,0 és 12,0 mmhos/cm elektromos vezetőképességnek megfelelő sókoncentrációknál. A P_0 és P_{80} -as kezelések között szignifikáns differenciák csak 7,0 és 12,0 mmhos/cm vezetőképességnek megfelelő sókoncentráció szinten lehetett megfigyelni. Nem volt szignifikáns egyetlen elem esetében sem a nitrogén- foszfor kölcsönhatás, ugyancsak nem volt szignifikáns nitrogénra a sótartalom foszfor közötti és foszforra a sótartalom nitrogén közötti kölcsönhatás, ezért ezekkel részletesebben nem foglalkozunk. A sótartalom nitrogén és foszfor közötti kölcsönhatás egyetlen esetben sem volt szignifikáns.

Összefoglalás

Mesterségesen különböző sótartalomra beállított talajjal (homokos vályog), a nitrogén- és a foszforműtrágyázás hatásának tanulmányozására búza jelzőnövényvel, két egymást követő évben három sorozat tenyészedeny kísérletet végeztünk. A kísérletek szerint a magtermés jelentősen csökkent a kont-

rollhoz viszonyítva, ha a talaj sókoncentrációját jellemző elektromos vezetőképesség (EC) értéke 6,5–7,0 mmhos/cm felett volt. A sók toxikus hatását a nitrogén és foszfor alkalmazása nem csökkentette.

Irodalom

- [1] ABROL, I. P.: Recent advances in fertilizer use in salt affected soils. *Fert. News*. **19**. 12–16. 1974.
- [2] BAINS, S. S. & FIREMAN, M.: Growth of sorghum in two soils as affected by salinity, alkali, nitrogen and phosphorus levels. *Ind. J. Agron.* **13**. 103–111. 1968.
- [3] BERNSTEIN, L., FRANÇOIS, L. F. & CLARK, R. A.: Interactive effective of salinity and fertility on yields of grains and vegetables. *Agron. J.* **66**. 412–421. 1974.
- [4] CHAUHAN, R. P. S., PAL, J. & SINGH, D. V.: Studies on the tolerance of wheat to varying levels of ESP with the uptake of N and P. *Agra. Univ. J. Res. (Sci.)* **25**. 17–26. 1976.
- [5] FINE, L. O. & CARSON, P. L.: Phosphorus needs of small grains on moderately saline soil. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **18**. 60–63. 1954.
- [6] JADAV, K. L. et al.: Salinity effects on nitrogen use by wheat cultivar Sonora 64. *Agron. J.* **68**. 222–226. 1976.
- [7] KHALIL, M. A., FATHI, A. & ELGABALY, M. M.: A salinity fertility interaction study on corn and cotton. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **31**. 683–686. 1967.
- [8] MEHROTRA, C. L. & DAS, S. K.: Influence of ESP on chemical composition of important crops at different stages of growth. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* **21**. 355–365. 1973.
- [9] NIEMAN, R. H. & CLARK, R. A.: Interactive effects of salinity and phosphorus nutrition on concentrations of phosphate and phosphate esters in nature photosynthesizing corn leaves. *Pl. Physiol.* **57**. 157–161. 1976.
- [10] PALIWAL, K. V.: Irrigation with saline water. I. A. R. I. Monograph No. 2. 163–165. 1972.
- [11] PALIWAL, K. V. & GANDHI, A. P.: Effect of fertilizers and manures on the growth of maize in salt affected soils. *Simp. Fert. Use*. 189–192. 1970.
- [12] PARR, J. F.: Biochemical considerations for increasing the efficiency of nitrogen fertilizers. *Soil and Fert.* **30**. 207–213. 1967.
- [13] RAVIKOVITCH, S. & YOLE, D.: The influence of P and N on millet and clover growing in soils affected by soil salinity. I. Plant development. II. Plant composition. *Plant and Soil*. **35**. 556–568, and 569–588. 1971.
- [14] SINGH, K. N., BAINS, S. S. & AGRAWAL, K. N.: Fertilizer use on saline cum high water table conditions. *Ind. J. Agron.* **14**. 26–30. 1969.
- [15] SNELL, F. D. & SNELL, C. T.: Colorimetric methods of analysis. 3. Ed. Van Nostrand. New York 1959.
- [16] UPRETY, D. C.: Effect of soil salinity on the chemical composition of wheat varieties. *Indian J. Agron.* **16**. 244–247. 1971.
- [17] USDA Handbook No 60. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. (Ed.: RICHARDS, L. A.) USDA Washington. 1954.
- [18] YADAV, J. S. P.: Fertilizer management in salt affected soils for increased efficiency. *Fert. News*. **24**. 67–74. 1979.

Érkezett: 1979. december 14.

Studies in Nitrogen and Phosphorus Fertilization of Wheat under Saline Conditions

R. P. S. CHAUHAN, C. P. S. CHAUHAN and U. SINGH

Department of Agricultural Chemistry, R.B.S. College, Bichpuri, Agra (India)

Summary

Three pot experiments were carried out on artificially salinized soils to observe the effect of nitrogen and phosphorus fertilization on wheat (Raj 911) during two consecutive years. It was concluded that the yield of grains declined significantly over control beyond

6.5 to 7.0 mmhos/cm level of salinity. Application of nitrogen and phosphorus could not help it. Application of nitrogen of 80 kg/ha has proved most suitable and economic dose under saline conditions while P_2O_5 of 80 kg/ha reduced grain yield significantly over its lower dose and control. Interaction of salinity, nitrogen and phosphorus appeared non-significant with respect to yield. The content of all the nutrients increased with salinity while uptake of N, P, K, Ca and Mg decreased significantly beyond 7.0 mmhos/cm salinity over control. The uptake of Na increased upto 12.0 mmhos/cm and decreased at 20.0 mmhos/cm ECe.

Table 1. Effect of graded levels of nitrogen on yield (g/pot) of wheat grains at different levels of salinity. (1) Levels of salinity (ECe mmhos/cm): a) average. (2) Levels of N (kg/ha). (3) Average. CD at 5% for salinity = 0.772; for nitrogen = 0.628.

Table 2. Effect of graded levels of P_2O_5 on grain yield (g/pot) of wheat at different levels of salinity. For notes see Table 1. CD at 5% level for salinity = 0.898; for phosphorus = 0.778.

Table 3. Effect of nitrogen and phosphorus on grain yield (g/pot) of wheat (Raj. 911) at different levels of salinity. (1) Levels of salinity (ECe mmhos/cm): a) Average. (2) Levels of nitrogen. (3) Average. (4) Levels of P_2O_5 . CD at 5% for salinity = 1.222; for nitrogen = 1.2; for P_2O_5 = 1.0.

Table 4. Effect of nitrogen and phosphorus on straw yield (g/pot) of wheat at different levels of salinity. For notes see Table 3. CD at 5% for salinity = 1.6; for nitrogen = 1.6; for phosphorus = 1.3; for salt content \times nitrogen = 3.1; for salt content \times phosphorus = 2.7.

Table 5. Contents of nutrients in straw and grains of wheat as affected by different treatments. (1) Treatment: ECe mmhos/cm; kg N/ha; and kg P_2O_5 /ha. (2) Straw. (3) Grain.

Fig. 1. Showing interaction effects of salt content of soil and nitrogen ($EC \times N$) and phosphorus ($EC \times P_2O_5$) on the uptake of nutrients in wheat. Vertical axis: Nutrients mg/pot.

Einige Probleme des Düngens von Weizen mit Stickstoff und Phosphor im Falle von Böden mit hohem Salzgehalt

R. P. S. CHAUHAN, C. P. S. CHAUHAN und U. SINGH

Abteilung für Agrikulturchemie, R.B.S. Kollegium, Bichpuri, Aera (Indien)

Zusammenfassung

Auf einem sandigen Leimboden, der künstlich auf verschiedenen Salzgehalt eingestellt worden ist, wurden in zwei aufeinander folgenden Jahren zwecks Studium der Wirkung von N- und P-Mineraldünger mit der Testpflanze Weizen (Raj. 911) drei Serien Gefäßversuche durchgeführt. Laut den Versuchen verminderte sich der Kornertrag im Verhältnis zur Kontrolle bedeutend, wenn die, die Salzkonzentration des Bodens kennzeichnende elektrische Leitfähigkeit (EC) über den Wert von 6,5–7,0 mmhos/cm gestiegen ist. Die toxische Wirkung der Salze wurde durch Verwendung von N und P nicht vermindert. Bei salzhaltigen Böden erwies sich eine N-Gabe von 80 kg/ha als die zweckentsprechendste und wirtschaftlichste. Im Falle von P senkte die 80 kg P_2O_5 /ha Gabe, verglichen mit der Kontrolle und den geringeren P-Gaben, den Kornertrag signifikant.

Der Kornertrag wurde durch die Wechselwirkung von Salzgehalt, N und P nicht signifikant beeinflusst. Beim Anstieg der Salzkonzentration nahm in der Pflanze die Menge eines jeden Nährelementes zu, während — im Vergleich zur Kontrolle — die N, P, K, Ca und Mg-Aufnahme zurückging, wenn die elektrische Leitfähigkeit des Bodens den Wert von 7,0 mmhos/cm überschritt. Die Na-Aufnahme der Pflanzen ist bei einer Zunahme der Salzkonzentration bis zu dem elektrischen Leitfähigkeitswert von 12,0 mmhos/cm angestiegen, von dort an bis 20,0 mmhos/cm aber zurückgegangen.

Tab. 1. Wirkung von ansteigenden N-Gaben auf den Kornertrag von Weizen (g/Gefäß) bei verschiedenem Salzgehalt des Bodens. (1) Salzkonzentration (EC mmhos/cm): a) Mittelwert. (2) N-Gabe, kg N/ha. (3) Mittelwert, $GD_{5\%}$ für den Salzgehalt 0,772, für die N-Gabe 0,628.

Tab. 2. Wirkung von ansteigenden P_2O_5 -Gaben auf den Kornertrag von Weizen (g/Gefäß) bei verschiedenem Salzgehalt des Bodens. Bezeichnungen s. Tab. 1. $GD_{5\%}$ für den Salzgehalt 0,898; für die P-Gabe: 0,778.

Tab. 3. Wirkung von Stickstoff und Phosphor auf den Kornertrag von Weizen (g/Gefäß) bei verschiedenem Salzgehalt des Bodens. (1) Salzkonzentration (EC mmhos/cm): a) Mittelwert. (2) N-Stufen. (3) Mittelwert. (4) P_2O_5 -Stufen. $GD_5\%$: für den Salzgehalt 1,222; für Stickstoff 1,2; für Phosphor 1,0.

Tab. 4. Wirkung von Stickstoff und Phosphor auf den Strohertrag von Weizen (g/Gefäß) bei verschiedenem Salzgehalt des Bodens. Bezeichnungen s. Tab. 3. $GD_5\%$: für den Salzgehalt 1,6; für den Stickstoff 1,6; für den Phosphor 1,3. Im Falle der Wechselwirkungen: Salzgehalt \times Stickstoff 3,1; Salzgehalt \times Phosphor 2,7.

Tab. 5. Nährstoffgehalt des Weizenkornes und Weizenstrohs (in %) in den einzelnen Varianten. (1) Varianten: EC mmhos/cm; kg N/ha; und kg P_2O_5 /ha. (2) Stroh. (3) Korn.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen den Wechselwirkungen EC \times N (Salzgehalt und Stickstoff), EC \times P_2O_5 (Salzgehalt und Phosphor), sowie N \times P_2O_5 (Stickstoff und Phosphor) einerseits, und der Nährstoffaufnahme des Weizens andererseits. Ordinate: Nährstoffe mg/Gefäß.

Изучение проблемы внесения азотных и фосфорных минеральных удобрений под пшеницу на почвах с высоким содержанием солей

Р. П. Ш. ЧАУХАН, Ц. Р. Ш. ЧАУХАН и У. СИНГ

Отдел Сельскохозяйственной Химии, Бихпур, Агра (Индия)

Резюме

В вегетационных опытах на искусственно засоленных легкосуглинистых почвах в течение двух лет изучали влияние внесения азотных и фосфорных минеральных удобрений на пшеницу (Рай. 911). Опыты показали, что урожай зерна значительно снижается по сравнению с контролем, если электропроводность, показывающая концентрацию солей, становится выше 6,5–7,0 ммхос/см. Токсичность солей при внесении азота и фосфора не снижалась. На засоленных почвах доза 80 кг азота на га была самой эффективной и самой экономичной дозой. При внесении фосфора из расчета 80 кг P_2O_5 /га наблюдали достоверное снижение урожая зерна пшеницы по сравнению с меньшими дозами или контролем.

Взаимодействие между содержанием солей, азота и фосфора достоверно не влияло на урожай зерна. С повышением концентрации солей, содержание в растениях всех питательных элементов увеличилось, но как только электропроводность превышала значение 7,0 ммхос/см, усвоение растениями азота, фосфора, калия, кальция и магния, по сравнению с контролем, достоверно снижалось. Максимальное усвоение натрия растениями наблюдали при электропроводности 12,0 ммхос/см, при 20 ммхос/см оно падало.

Табл. 1. Влияние увеличивающихся доз азота на урожай зерна пшеницы (г/сосуд) выращиваемой на почвах различной степени засоления. (1) Концентрация солей (ЕС ммхос/см): а) Среднее. (2) Доза азота кг/га. (3) Среднее. $CHP_5\%$ по содержанию солей 0,772; по дозам азота 0,628.

Табл. 2. Влияние увеличивающихся доз фосфора на урожай зерна пшеницы (г/сосуд), выращиваемой на почвах различной степени засоления. Обозначения смотри в таблице 1. $CHP_5\%$: по содержанию солей 0,898; по дозам фосфора 0,778.

Табл. 3. Влияние фосфора и азота на урожай зерна пшеницы (г/сосуд), выращиваемой на почвах различной степени засоления. (1) Концентрация солей (ЕС ммхос/см): а) Среднее. (2) Дозы азота. (3) Среднее. (4) Дозы P_2O_5 . $CHP_5\%$: по содержанию солей 1,222; по азоту 1,2; по фосфору 1,0.

Табл. 4. Влияние фосфора и азота на урожай соломы пшеницы (г/сосуд), выращиваемой на почвах различной степени засоления. Обозначения смотри в таблице 3. $CHP_5\%$: по содержанию солей 1,6; по азоту 1,6; по фосфору 1,3. При взаимодействии: содержание солей \times азот 3,1; содержание солей \times фосфор 2,7.

Табл. 5. Содержание питательных веществ в зерне и соломе пшеницы в %, в различных вариантах. (1) Вариант: ЕС ммхос/см; кг азота на га; P_2O_5 кг/га. (2) Солома. (3) Зерно.

Рис. 1. Зависимость между взаимодействием содержания солей и азотом (ЕС \times азот), фосфором (ЕС \times P_2O_5), далее азотом и фосфором (азот \times P_2O_5) и усвоением питательных элементов пшеницей. По вертикальной оси: питательные элементы в мг/сосуд.